

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05071492 A

(43) Date of publication of application: 23.03.1993

(51) Int. Cl F04D 13/02

F04D 3/00

(21) Application number: 03261165

(22) Date of filing: 12.09.1991

(71) Applicant: POWER REACTOR & NUCLEAR  
FUEL DEV CORP

(72) Inventor: NAKAMOTO KOICHIRO

(54) HYBRID PUMP

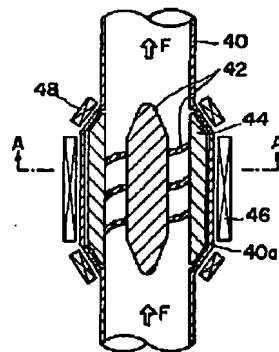
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide a pump having no liquid level, while enabling a simplified structure, and lightweight and compact design to be applied.

**CONSTITUTION:** A hybrid pump is equipped with piping 40 permitting a liquid flow inside, a vane 42 and a rotor 44 so supported as to be freely rotatable in the piping 40, and a stator coil device 46 laid outside the piping 40. The vane 42 is caused to rotate via electromagnetic interaction between the rotor 44 and the stator coil device 46, thereby causing liquid to flow. The rotor 44 connected to the vane 42 is supported with electromagnetic bearings 48. The principle of the rotation of the rotor 44 is based upon the operation of an induction motor or a permanent magnet synchronous

motor. According to this construction, the piping configuration of axial flow type, center return type or elbow type can be applied, depending upon a liquid flow direction.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-71492

(43) 公開日 平成5年(1993)3月23日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

F 04 D 13/02  
3/00

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8914-3H  
B 8914-3H

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-261165

(22) 出願日 平成3年(1991)9月12日

(71) 出願人 000224754

動力炉・核燃料開発事業団  
東京都港区赤坂1丁目9番13号

(72) 発明者 中本 香一郎

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 動力  
炉・核燃料開発事業団大洗工学センター内

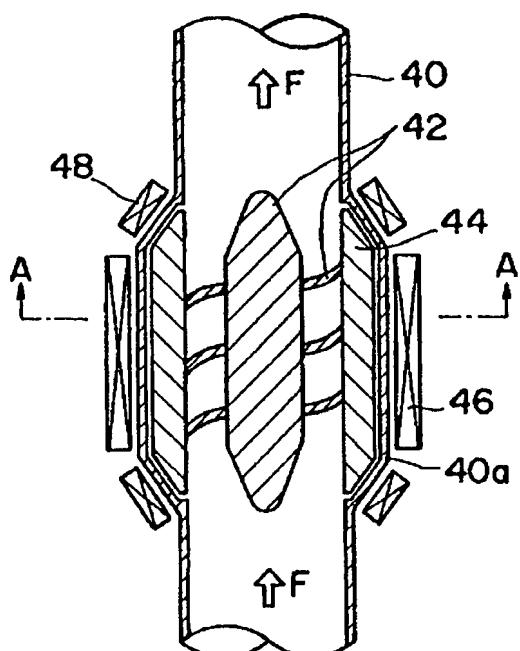
(74) 代理人 弁理士 茂見 積

(54) 【発明の名称】 ハイブリッドポンプ

(57) 【要約】

【目的】 機械式ポンプと同程度の高いポンプ効率を有し、構造を簡素化でき、軽量で小型化できる無液面ポンプを得る。

【構成】 内部を液体が流通可能な配管40と、該配管内で回転自在に支持されている羽根車42及びロータ44と、配管外に設置したステータコイル装置46とを具備し、前記ロータとステータコイル装置との間の電磁的相互作用により羽根車を回転して液体を駆動する。羽根車と連結したロータは磁気軸受48により支持する。ロータの回転原理は誘導電動機方式又は永久磁石式同期電動機方式である。液体流動方向によって軸流式、センターリターン式、エルボ式の配管構成が可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部を液体が流通可能な配管と、該配管内で回転自在に支持されている羽根車と、該羽根車に固定され一体となって回転自在のロータと、配管外に設置したステータコイル装置とを具備し、前記ロータとステータコイル装置との間の電磁的相互作用により羽根車を回転駆動することを特徴とするハイブリッドポンプ。

【請求項2】 ロータが導電性材料からなり、ステータコイル装置が生成する交流周方向進行磁場によって前記ロータに誘導電流を生成させ、これと前記ステータコイル装置が生成する磁場との相互作用で羽根車を回転させる請求項1記載のハイブリッドポンプ。

【請求項3】 ロータは周方向に複数の永久磁石を配置した構造をなし、ステータコイル装置が生成する周方向進行磁場との吸引もしくは反発によって羽根車を回転させる請求項1記載のハイブリッドポンプ。

【請求項4】 羽根車を磁気軸受で支持する請求項1記載のハイブリッドポンプ。

【請求項5】 ポンプ吸込側ノズルに電磁ポンプ式インデューサを設けた請求項1記載のハイブリッドポンプ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液体駆動用のポンプに関し、更に詳しく述べると、配管を介して外部から電磁的に液体中の羽根車を回転させる形式のポンプに関するものである。このポンプは、特に限定されるものではないが、例えば冷却材として液体ナトリウムを使用する原子炉の主循環ポンプなどに有用である。

## 【0002】

【従来の技術】以下、液体ナトリウムを冷却材とする高速炉用の主循環ポンプを例にして説明する。従来、この種のポンプには機械遠心方式が採用されており、図5に示すような縦長構造である。縦長円筒状のケーシング10の内部に、上方からポンプ軸12を押通して上部軸受14とナトリウム静圧軸受16とにより回転自在に支持し、ポンプ軸12の下端に羽根車（インペラ）18を装着する。ケーシング10の下端には吸込ノズル20を設け、下側部には吐出ノズル22を設ける。そしてケーシング10の上部の電動機24によって減速機構26を介して前記ポンプ軸12を回転させ、下端の羽根車16を回して内部の液体ナトリウムを遠心力で吐出すようになっている。

【0003】液体ナトリウム用の機械式ポンプでは、ナトリウムと外気との接触を避けるために特殊な軸封機構28を設けねばならない。また自由液面を必要とし、オーバーフローカラムやカバーガス設備などが必要となる（オーバーフローノズルを符号30で示す）。また万一のナトリウム漏洩時でもナトリウム静圧軸受16が露出しないように、該静圧軸受16はナトリウム液面から充分深い位置に設ける設計となっている。そしてケーシン

グ10内の上部には放射線遮蔽体32及び熱遮蔽板34が組み込まれる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の機械式ナトリウムポンプは、どうしても構造が複雑となり、長大で重量も非常に大きくなり、コストもかかる欠点がある。また大型・重量物である機械式ポンプは、高速炉プラントの配管設計においては固定点とする必要があり、熱応力を低減するためには配管引き回しが複雑・長尺となる。流量を更に増大するためには、①羽根車の径を大きくする、②回転数を上げる、の2点が考えられるが、前者はポンプの大型化と羽根車の周速度増大を招き、後者はポンプ軸の危険速度並びにキャビテーション防止から制約が生じる。

【0005】それに対して無液面でナトリウムを駆動できる電磁ポンプは、上述したような機械式ポンプの欠点はないが、ポンプ効率が15～40%であり機械式ポンプの約75%に比べてはるかに小さい。そのため特に主循環ポンプに使用する場合は致命的な欠点となり、実験段階の規模の小さな原子炉の場合はともかく、原型炉クラス以上の大型のナトリウム冷却型高速炉の主循環ポンプとしては採用できない。

【0006】本発明の目的は、上記のような従来技術の欠点を解消し、高効率で、無液面であり、簡素・軽量・小型化できるポンプを提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、内部を液体が流通可能な配管と、該配管内で回転自在に支持されている羽根車と、該羽根車に固定され一体となって回転自在のロータと、配管外に設置したステータコイル装置とを具備し、前記ロータとステータコイル装置との間の電磁的相互作用により羽根車を回転駆動するポンプである。このポンプは、羽根車の回転で液体を駆動する機械式ポンプの特徴と、配管の外側にステータコイル装置を設けて無液面で動作する電磁ポンプの特徴を併せ持つことからハイブリッドポンプと称している。ここで羽根車やロータは磁気軸受などにより支持するのがよい。

【0008】ロータ及び羽根車を回転させるための具体的な構成としては、誘導電動機方式と永久磁石式同期電動機方式がある。前者の方式では、ロータを導電性材料で作製し、ステータコイル装置が生成する交流周方向進行磁場によって前記ロータに誘導電流を生成させ、これと前記ステータコイル装置が生成する磁場との相互作用で羽根車を回転させる。また後者の方式では、ロータを周方向に複数の永久磁石を配置した構造とし、ステータコイル装置が生成する周方向進行磁場との吸引もしくは反発によって羽根車を回転させる。

【0009】またポンプ吸込側ノズルに小形の誘導型電磁ポンプをインデューサとして付設することも有効である。

## 【0010】

【作用】配管内部の羽根車は、ロータと配管外部のステータコイル装置との電磁気的相互作用によって回転し、配管内の液体に一定方向の駆動力を与える。回転の原理は、誘導電動機あるいは永久磁石式同期電動機に相当するものである。そのため無液面ポンプが実現できる。液体の駆動力は羽根車によって与えられるため、ポンプ効率は機械式ポンプと同様に高いものが得られる。

【0011】ポンプ吸込側ノズルにインデューサとして付設した誘導型電磁ポンプは、羽根車の吸込部でのキャビテーション発生を防止する機能を果たし、高速回転による大流量化が可能となる。

## 【0012】

【実施例】図1は本発明に係るハイブリッドポンプの一実施例を示す縦断面図であり、図2はそのA-A断面図である。このハイブリッドポンプは、配管40の内部で回転自在に支持されている羽根車42と、該羽根車42に固定したロータ44と、配管40の外側に設置したステータコイル装置46を具備している。配管40はポンプの部分で拡径しており、その拡径部40aに円筒状のロータ44が収められる。ここでロータ44は、銅やアルミニウムなどの導電材料を基本とし、これに必要に応じて鉄心を加えたものである。但し、液体ナトリウム用の場合は、耐腐食性を考慮してステンレス鋼やインコネル等で被覆する。羽根車42とロータ44の結合体は、磁気軸受48によって支持している。なお液体中のロータ44と外気界圏にあるステータコイル装置46とを隔離するために、両者の間には必ず配管40が存在するから、ロータ44と配管壁及びステータコイル装置46と配管壁のギャップは出来るだけ小さくなるように設計する。

【0013】ステータコイル装置46に流れる交流電流により生起する回転磁場は、公知の誘導電動機の原理により導電性のロータ44を回転させる。ロータ44は内側の羽根車42と一緒にになっているから、その回転とともに液体が軸方向(矢印F方向)に駆動される。ステータコイル装置46に流す交流電流はサイリスタ制御により容易に電流値や周波数を変えることができるから、それによってポンプの回転数を自由に制御できる。

【0014】上記のハイブリッドポンプの別の例として、ロータとして永久磁石を周方向に複数配置した構造とし、ステータコイル装置が生成する周方向進行磁場との吸引もしくは反発によって羽根車を回転させるように構成してもよい。これは一種の永久磁石式同期電動機に相当するものとなる。液体の駆動原理はロータの回転原理が異なる他は、上記実施例と同様である。

【0015】図1に示すハイブリッドポンプは軸流式である。しかし、後述するように本発明はこれに限定されるものではない。また液体の流動方向は、上記実施例では鉛直上向きであるが、下向きでもよく、またポンプ

を水平に配置してもよい。

【0016】本発明のハイブリッドポンプは、長尺のポンプ軸が不要なので、回転部の重量が軽量化され、高速回転が可能となる。また吸込部の流路形状が単純なため、キャビテーションも発生し難い。軸受は従来の機械式ポンプに採用されている静圧軸受を使用することもできるが、ステータコイル装置用電流を分歧した磁気軸受が最適である。磁気軸受は反発方式、吸引方式いずれかを採用でき、また併用してもよい。

【0017】更に、図1には示していないが、吸込側ノズルに、ステータコイル電流の一部もしくは独立に設けた電源設備からの電流による誘導型電磁ポンプ(小揚程でよい)を形成すれば、これがインデューサとして働き、羽根車の吸込部でのキャビテーション発生を防止するため、羽根車の回転数を更に上げることができる。

【0018】図3は本発明の他の実施例を示すもので、センターリターン型の場合である。配管50は外管部50aと内管部50bとの2重管構造であり、外管部50aは上端が閉塞し下端は内管部50bに結合され、内管部50bは上端が開放している。ここでは外管部50aの下部側方に吸入ノズル51が設けられ、内管部50bの下方に吐出する(流動方向を矢印Fで表す)。外管部50aには拡径部50cが形成され、そこに円筒状のロータ54が回転自在に収まる。ロータ54には永久磁石55が内蔵され、またロータ54の内周側には羽根車52が一體的に取り付けられる。従って、固定された内管部50bと羽根車52の内周端との間はギャップがある。配管の拡径部50cの外側にはステータコイル装置56を設置する。ロータ54の回転原理は永久磁石式同期電動機方式である。永久磁石55に代えて導体を用いると、羽根車付きロータを誘導電動機方式で回転させることができる。いずれにしても液体は羽根車52が回転することによって駆動され、配管50の頂部中央で折り返して内管部50bを通って出ていく。このセンターリターン型のポンプは、配管の軸方向熱膨張を避けるのに適する。流れの方向は上記と逆でもよい。

【0019】図4は本発明の更に他の実施例を示すものでエルボ型遠心式の場合である。配管60は90度に曲がった流路をもち、その内側に流入部60aが入り込んでいる。その上方に羽根車62が位置し、その上部にロータ64を固定する。ロータ64には円周方向に複数の永久磁石もしくは導体65を組み込む。羽根車62とロータ64は一体となって磁気軸受(図示せず)によって回転自在に支持されている。配管壁を対してロータ64の上部にステータコイル装置66を配置する。ロータ64の回転原理は永久磁石式同期電動機方式もしくは誘導電動機方式である。液体は羽根車62が回転することによって駆動され、矢印Fで示すように配管下部から吸入され、側方から吐出する。

【0020】

【発明の効果】本発明は上記のように、羽根車を配管の外部から電磁気的に回転させるから、液体の駆動力は羽根車の回転によって与えられ、そのため機械式ポンプと同程度のポンプ効率を有する無液面ポンプが得られる。これにより従来の機械式ポンプで必要としていた長尺のポンプ軸、軸封機構、上部軸受、熱遮蔽板、オーバーフローカラム等が不要となり、全体にコンパクトになって軽量化が図れる。例えば軸長は約1/5以下、重量は1/10以下になるものと推定される。また長尺のポンプ軸が無いため、羽根車の高速回転が可能となり、その結果、羽根車の径を縮小でき、物量も大幅に削減できる。

【0021】また本発明により無液面かつ軽量の主循環ポンプを実現できるので、主循環ポンプを浮動支持あるいは中間熱交換器などに組み込むことができ、原子炉プラント機器配置が極めてコンパクトになる。従って、原子炉建屋の縮小が可能となり経済的となる。本発明は液体が導電性でなくてもよいため、ナトリウム冷却型原子炉の他、例えば軽水冷却型原子炉、上下水道、化学工業

プラントなどの駆動ポンプに応用できる。またタンク内への投げ込み式ポンプとしても使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るハイブリッドポンプの一実施例を示す縦断面図。

【図2】そのA-A断面図。

【図3】本発明に係るハイブリッドポンプの他の実施例を示す説明図。

10 【図4】本発明に係るハイブリッドポンプの更に他の実施例を示す説明図。

【図5】従来の機械式ポンプの説明図。

【符号の説明】

40 配管

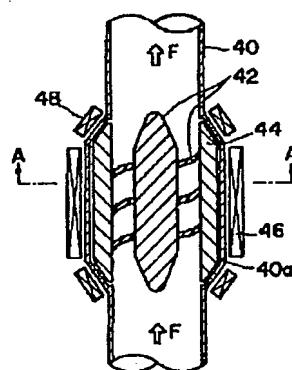
42 羽根車

44 ロータ

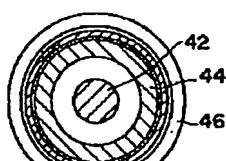
46 ステータコイル装置

48 磁気軸受

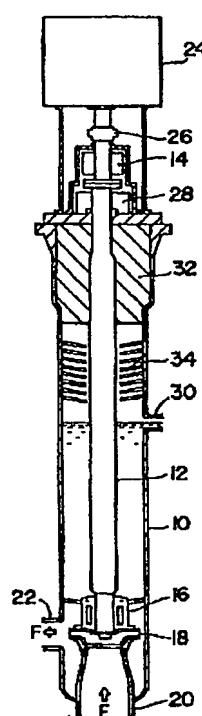
【図1】



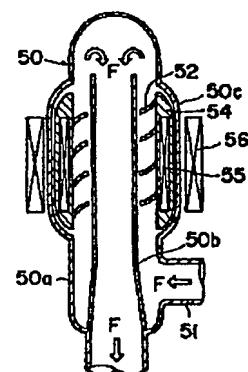
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

